

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Институт управления бизнес-процессами и экономики
Кафедра экономики и международного бизнеса горно-металлургического
комплекса

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой

_____ _____
подпись инициалы, фамилия
« _____ » _____ 20 ____ г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

38.03.01 «Экономика»
Профиль 38.03.01.06.09 – Экономика предприятий и организаций (горная
промышленность)

Разработка и обоснование эффективности внедрения технологии
брикетирования угля (на примере АО «Разрез "Кокуйский"")

Руководитель	_____	<u>доцент, канд. техн. наук</u>	Ж.В.Миронова
	подпись, дата	должность, ученая степень	
Выпускник	_____		Е.А.Ушаков
	подпись, дата		
Нормоконтролер	_____		Ж.В.Миронова
	подпись, дата		

Красноярск 2016

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Институт управления бизнес-процессами и экономики
Кафедра экономики и международного бизнеса горно-металлургического
комплекса

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой

_____	_____
подпись	инициалы, фамилия
« _____ »	_____ 20 ____ г.

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студенту Ушакову Евгению Андреевичу

Группа ПЭ12-02, Направление 38.03.01.06.09 Экономика предприятий и организаций (горная промышленность)

Тема выпускной квалификационной работы «Разработка и обоснование эффективности внедрения технологии брикетирования угля (на примере АО «Разрез "Кокуйский")»»

Утверждено приказом по университету - №2803/с-а от 02.03.2016

Руководитель ВКР: Ж.В. Миронова, доцент кафедры экономики и международного бизнеса горно-металлургического комплекса, кандидат технических наук.

Исходные данные для ВКР: Практические материалы, собранные в период производственной и преддипломной практик; бухгалтерский баланс; бюджет доходов и расходов; форма №2 «Отчет о прибылях и убытках»; показатели предприятия, статистические данные, предоставленные разрезом «Кокуйский»; аналитические исследования; учебные издания; публикации из периодической прессы и электронных ресурсов.

Перечень разделов ВКР:

1. Состояние угольной промышленности России и развитие процесса переработки тонкодисперсных отходов;
2. Анализ хозяйственной и финансовой деятельности предприятия АО «Разрез Кокуйский»;
3. Разработка и обоснование эффективности внедрения технологии брикетирования угля.

Руководитель ВКР

Ж.В.Миронова

Задание принял к исполнению

Е.А.Ушаков

«__» _____ 2016 г.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Разработка и обоснование эффективности внедрения технологии брикетирования угля (на примере АО «Разрез "Кокуйский")»» содержит 92 страниц текстового документа, 27 использованных источников, 12 иллюстраций.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ, УТИЛИЗАЦИЯ
ТОНКОДИСПЕРСНЫХ ОТХОДОВ, ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ
БРИКЕТИРОВАНИЯ УГЛЯ, ПРЕДОТВРАЩЕННЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ
УЩЕРБ.

Объект исследования - АО «Разрез Кокуйский».

Целью выпускной квалификационной работы является разработка и обоснование внедрения технологии брикетирования угля с последующим получением нового вида топлива - угольных брикетов.

В соответствии с целью, поставленные следующие задачи, которые необходимо выполнить:

- проанализировать современное состояние и перспективы развития угольной промышленности;
- изучить проблемы эффективной утилизации тонкодисперсных отходов угольной промышленности;
- изучить механизм брикетирования твердых горючих видов топлива;
- проанализировать финансово-хозяйственную деятельность предприятия;
- выявить и найти решение существующих проблем;
- определить экономическую эффективность внедряемого мероприятия;
- определить величину предотвращенного экологического ущерба от выброса вредных веществ в атмосферу.

В соответствии с производственной программой, объемы добычи АО «Разрез Кокуйский» значительно превышают объемы реализации продукции, что происходит в результате образования тонкодисперсных отходов.

Часть тонкодисперсных отходов представлена шламами обогащения, образующимися в процессах добычи и обогащения, отсевами, штыбами. Значительное количество добываемого угля в процессе обогащения переизмельчается и сбрасывается в виде пульпы в наружные шламоотстойники. Количество тонких классов угля по приближенным подсчетам достигает 6 - 8% от всего поставляемого товара, часть из них выдувается и просыпается из вагонов при транспортировке, теряется при погрузочно-разгрузочных работах.

Потери угля способствуют увеличению его потребления на 7-10 %, что влечет немалые экономические потери. Экономическое состояние конкурентоспособности предприятий по добыче и переработке полезных ископаемых во многом зависит от полноты использования ресурсов.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1 Состояние угольной промышленности России и развитие процесса переработки тонкодисперсных отходов.....	8
1.1 Состояние и перспективы развития угольной промышленности России ...	8
1.2 Проблемы эффективной утилизации тонкодисперсных отходов угольной промышленности.....	11
1.3 Развитие теоретических представлений по вопросу брикетирования углей	12
1.4 Механизм брикетирования твердых горючих ископаемых	18
2 Анализ хозяйственной и финансовой деятельности предприятия АО «Разрез Кокуйский»	
2.1 Краткая характеристика АО «Разрез Кокуйский»	
2.2 Основные потребители угольной продукции разреза «Кокуйский»	
2.3 Анализ производственной программы	
2.4 Анализ эффективности использования основных производственных фондов	
2.5 Анализ себестоимости продукции	
2.6 Анализ прибыли	
2.7 Анализ основных технико-экономических показателей деятельности предприятия	
2.8 Анализ рентабельности предприятия	
Глава 3 Разработка и обоснование эффективности внедрения технологии брикетирования угля	

- 3.1 Характеристика качественных показателей угля Кокуйского разреза
- 3.2 Обоснование внедрения метода брикетирования угля
- 3.4 Технология производства угольных брикетов
- 3.5 Планирование производственной программы и дополнительных капитальных затрат
- 3.6 План по труду и заработной плате
- 3.7 Расчет годового фонда оплаты труда
- 3.8 Планирование себестоимости продукции
- 3.9 Оценка эффективности проекта
- 3.10 Планирование основных технико-экономических показателей
- 3.11 Предотвращенный экологический ущерб от загрязнения атмосферы вредными веществами

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы. В настоящее время продолжается реформирование и структурная перестройка угольной промышленности Российской Федерации, основной целью которой является перевод отрасли на бездотационную работу.

В этих условиях особое значение приобретает решение проблем, связанных с повышением экономической эффективности производственно-хозяйственной деятельности угольных предприятий.

Одной из таких проблем может служить утилизация промышленных отходов основного производства и получение на этой основе новой конкурентоспособной товарной продукции.

Среди всех видов отходов наибольшее значение с точки зрения их использования имеют тонкодисперсные угольные шламы, объемы которых на предприятиях страны составляют несколько миллионов тонн при ежегодном увеличении количества этого материала.

Таким образом, утилизация угольных шламов становится актуальной не только для отдельных бассейнов, но и для всей угольной отрасли России в целом.

Объектом исследования является АО «Разрез Кокуйский». Разрез занимается добычей угля открытым способом и его реализацией на внутреннем рынке.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка и обоснование внедрения технологии брикетирования угля с последующим получением нового вида топлива - угольных брикетов.

Для достижения цели необходимо выполнить следующие задачи:

- проанализировать современное состояние и перспективы развития угольной промышленности;
- изучить проблемы эффективной утилизации тонкодисперсных отходов угольной промышленности;

- изучить механизм брикетирования твердых горючих видов топлива;
- проанализировать финансово-хозяйственную деятельность предприятия;
- выявить и найти решение существующих проблем;
- определить экономическую эффективность внедряемого мероприятия;
- определить величину предотвращенного экологического ущерба от выброса вредных веществ в атмосферу.

1 Состояние угольной промышленности России и развитие процесса переработки тонкодисперсных отходов

1.1 Состояние и перспективы развития угольной промышленности России

Российская угольная промышленность претерпела значительное негативное влияние в связи с мировым экономическим кризисом. Во второй половине 2008 года и первой половине 2009 года уровень угледобычи резко сократился на 15-25%, что было вызвано падением объемов промышленного производства, снижением цен на уголь и сокращением платежеспособного спроса. Во второй половине 2009 года ситуация изменилась, влияние кризиса постепенно уменьшилось и по итогам года угольная промышленность вышла на уровень добычи 300-310 млн. т. угля, что соответствует показателям 2007 года.

Несмотря на то, что в последнее десятилетие наблюдалось ежегодное увеличение добычи угля - с 2000 по 2008 г. добыча угля в России выросла с 209 до 326 млн т в год - его доля в общем объеме энергоресурсов остается незначительной. При этом рост добычи (средний рост добычи более 4 % в год) в указанный период был связан главным образом не с увеличением внутреннего потребления угля, что предусматривается «Энергетической стратегией развития России на период до 2020 г.», а с повышением объемов его экспорта с 35 млн т (2000 г.) до 98 млн т (2008 г.).

В настоящее время в угольной промышленности России действует свыше 240 угледобывающих предприятий, в том числе 96 шахт и около 150 разрезов, суммарные производственные мощности которых составляют более 360 млн т добычи угля в год. Основным угледобывающим регионом России остается Кузнецкий угольный бассейн, на долю которого приходится около 60% всей добычи (около 80 % добычи коксующихся углей). Необходимо отметить, что рост угледобычи в России в последнее десятилетие обеспечивался в первую очередь благодаря вводу новых производственных мощностей в Кузбассе – в

период с 2000 г. по 2009 г. введено в эксплуатацию 19 шахт и 22 разреза общей производственной мощностью 58 млн т [1].

Перспективы развития угледобычи в России определены в проекте Энергетической стратегии России на период до 2030 года, сохраняющей неизменными цели и главные принципы государственной энергетической политики. Реализация Стратегии предусматривается в три этапа: 1-й – до 2013-2015 г., 2-ой – до 2020-2022 г. и 3-й – до 2030 г. При этом 1-й этап связан с преодолением кризисных явлений в экономике и энергетике, 2-й - с общим повышением эффективности экономики и энергетики, а 3-й этап с высокоэффективным использованием традиционных энергоресурсов.

Говоря об индикаторах стратегического развития угольной промышленности, необходимо выделить экономическую эффективность угледобычи. При этом, следует отметить, что достижение высоких плановых показателей по приросту добычи на одного занятого в отрасли и темпам роста нагрузки на очистной забой, предусмотренных Стратегией, по нашему мнению, было возможно лишь на пройденном в последнее десятилетие этапе развития угольной промышленности, на протяжении которого в освоенных угледобывающих районах с развитой инфраструктурой были введены в эксплуатацию целый ряд месторождений с благоприятными горно-геологическими условиями, что позволило при росте цен на уголь на мировом рынке существенно повысить инвестиционную привлекательность угледобычи. Вместе с тем, учитывая значительную долю (по разным оценкам 50-70%) нетехнологичных запасов, т.е. запасов с неблагоприятными условиями для разработки, а также тот факт, что наиболее привлекательные разведанные месторождения, обеспеченные транспортной инфраструктурой в настоящее время освоены, можно прогнозировать, что сохранение высоких темпов роста указанных показателей в дальнейшем потребует значительных долгосрочных инвестиций, направленных на освоение новых районов Кузбасса, Восточной Сибири и Канско-Ачинского бассейна, что не возможно только при привлечении собственных финансовых резервов угледобывающих компаний.

Кроме того экономическая целесообразность таких инвестиций будет в значительной степени определяться ценой на уголь, которая, в свою очередь, существенно зависит от стоимости других энергоресурсов.

Необходимым условием развития угольной промышленности России является благоприятная конъюнктура рынка угля, обеспечивающая требуемый уровень привлекательности инвестиций в условиях повышенных издержек, связанных как с отработкой запасов в сложных горно-геологических условиях, так и со значительными транспортными расходами, доля которых в некоторых случаях значительно выше затрат на добычу угля. Следует отметить, что низкая инвестиционная привлекательность проектов угольной промышленности, в условиях кризиса заставляет собственников отказаться от большинства программ развития производства и снижать издержки производства за счет приостановки работ по подготовке запасов новых участков и горизонтов, что в после кризисный период будет являться основным сдерживающим фактором развития угледобычи.

Кроме того в связи со снижением инвестиционной привлекательности угледобычи в целом ряде городов и районов обостряются социальные вопросы, связанные с приостановкой работы и закрытием шахт и разрезов. Наиболее остро эта проблема стоит для шахтерских городов и поселков, где большинство предприятий занимаются добычей и переработкой угля или являются обслуживающими угледобычу производствами.

В сложившейся рыночной ситуации успешное конкурентное позиционирование продукции угледобывающих предприятий на международном рынке и сохранение (повышение) уровня экспорта угля, а также жизнеспособность целого ряда угледобывающих предприятий России, могут быть обеспечены только при условии совершенствования техники и технологий угледобычи, снижения издержек производства и повышения в конечном итоге технико-экономических показателей при обеспечении высокого уровня безопасности труда, что в свою очередь зависит от инвестиционной привлекательности проектов угледобычи. В этой связи приоритетными направлениями развития

угольной промышленности являются: обеспечение вовлечения в отработку высокотехнологичных запасов и масштабная модернизация производства, которая позволит существенно повысить эффективность угледобычи и вывести угольную промышленность России на уровень ведущих угледобывающих стран.

1.2 Проблемы эффективной утилизации тонкодисперсных отходов угольной промышленности

Российская энергетическая промышленность потребляет преобладающее количество низко- и среднесортных углей, что приводит к низкой эффективности их использования. Таким образом, значительно снижаются объемы реализации. Усиление процесса добычи угля, организация развития и механизации производства оказывают влияние на добываемый уголь, который измельчается на протяжении всего пути следования от отбойки в забое до потребителя. Такие процессы как: транспортировка, сортировка, хранение, загрузка и отгрузка угля, увеличивают его потери. В большинстве случаев, на пути следования от забоя до пункта погрузки потребителю около 70-80% объемов угля измельчаются до мелкой фракции от 0 до 13мм. Увеличение зольности и влажности угля, наряду с ростом содержания мелкозернистых частиц в объеме поставляемого угля, оказывают отрицательное воздействие на качество угля и стоимость. Часть тонкодисперсных отходов представлена шламами обогащения, образующимися в процессах добычи и обогащения, отсевами, штыбами. В результате обогащения добываемый уголь переизмельчается и сбрасывается в виде пульпы в наружные шламоотстойники. При транспортировке часть тонкого класса угля выдувается и просыпается из вагонов. Другая часть потерь угля связана с процессами погрузки и разгрузки. Общие потери угля составляют 15-20% от всего объема добытого угля. Сжигание угольных шламов и мелочи затруднено, в связи с транспортировкой до конечного пункта назначения. Недожог, провал в колосники и унос в

атмосферу органической массы при слоевом сжигании угля с содержанием мелочи (0-6 мм) приводят к росту его потребления на 7-10% по сравнению с классифицированным углем, что влечет за собой немалые экономические потери. Конкурентоспособность добывающих и перерабатывающих предприятий зависит от полноты использования ресурсов.

Брикетирование является эффективным способом для решения сложившейся ситуации, оказывая благоприятное воздействие на экологию страны. С каждым годом объем тонкодисперсных отходов увеличивается, а их запасы сопоставимы с действующими месторождениями. Однако, качественные характеристики таких отходов не хуже добываемых углей, что делает их потенциальным видом топлива. В последнее время интерес к утилизации и переработке отходов значительно возрос. Возникает реальная возможность для улучшения ситуации окружающей среды и сбережения ресурсов страны.

Проблема утилизации тонкодисперсных отходов была рассмотрена пару десятилетий назад. Благодаря огромному накопленному опыту были улучшены и разработаны новые технологии брикетирования угольной мелочи. В результате, большинство российских и зарубежных специалистов разработали методы их переработки, отличающихся между собой эффективностью и конечным результатом [2].

1.3 Развитие теоретических представлений по вопросу брикетирования углей

Развитие теоретических представлений по вопросу брикетирования углей. Интерес к проблеме брикетирования возрос в начале XX века, что отразилось в появлении научных трудов, посвященных этой проблеме. Одними из основоположников теории и практики брикетирования можно считать Г. Франка и Кегеля (Германия). Кегелем установлены закономерности влияния влажности шихты на прочность топливного брикета. В настоящее время в

Германии одним из исследователей процессов агломерации и их промышленного применения является профессор Вольфганг, непрерывные исследования в этой области проводятся в Техническом университете Фрайбергской горной академии. В Соединенных штатах Америки существовал специализированный «Институт брикетирования и агломерации», проводились симпозиумы, посвященные проблемам окускования полезных ископаемых. В Австралии и Европе разрабатывались и внедрялись технологии пеллетного производства.

Одним из основоположников школы брикетирования в СССР являлся сотрудник Донецкого национального университета - Елишевич А.Т.. Изучению вопроса брикетирования углей посвящены работы отечественных авторов: Крохина В.Н., Хотунцева Л.Л., Акопова М.Г., Пахалока И.Ф., Лурия В.Г., Лурье Л.А., Наумовича В.М., Шпирта М.Я., Рубана В.А..

В России вопросами теории и практики брикетирования занимаются как промышленные предприятия, так и вузы, научные организации. Среди них ФГУП Институт горючих ископаемых (г. Москва), разработавший технологию производства высококалорийного бездымного и транспортабельного окускованного топлива, в том числе термобрикетов. Восточный научно-исследовательский углехимический институт (ОАО ВУХИН, г. Екатеринбург), Институт угля и углехимии СО РАН (г. Кемерово). Институт обогащения твердого топлива (ИОТТ, г. Люберцы, лаборатория брикетирования и гранулирования), занимается проблемами обогащения и облагораживания угля, производством и внедрением автоматизированных брикетных вальцевых комплексов (ЗАО «Спецтехномаш», ПО «Коломенский завод тяжелого станкостроения»). Институтом разработаны прогрессивные технологии брикетирования углей, не имеющие зарубежных аналогов.

Над вопросами углебрикетирования и влияния электрохимической переработки на брикетируемость бурых углей занимались учёные Института горного дела им. Н.В. Черского СО РАН - Бычев М.И., Петрова Г.И. Сотрудниками Института проблем нефти и газа СО РАН, в том числе

Николаевой Л. А. выявлены закономерности влияния механоактивации наполнителя топливного брикета на его потребительские свойства.

Будаевым С. С. (ИОТТ) при участии Линёва Б. И. впервые в отечественной практике были предложены, разработаны и реализованы в промышленности прогрессивные технологии и высокопроизводительное оборудование, учитывающие особенности физико-химических и физико-механических свойств российских углей и связующих, а также фонда коммунально-бытовых теплоагрегатов, предназначенных для слоевого сжигания твердого топлива. Разработана оригинальная технология с применением нефтебитумного связующего для облагораживания канско-ачинских углей, созданы технологии производства облагороженного формованного топлива из низкосортных твердых бурых углей, мелочи и шламов каменных углей и антрацитов. Продолжателями традиций научной школы являются Шувалов Ю.В. и Нифонтов Ю. А., обосновавшие и разработавшие модель новой гипотезы, объясняющей структурирование брикета.

Многочисленные исследования в области брикетирования проводит Национальный минерально-сырьевой университет «Горный» (г. Санкт – Петербург). В частности, под руководством Шувалова Ю.В. Никулиным А.Н. разработана ресурсосберегающая технология брикетирования твердых горючих отходов; аппаратурному оформлению процесса брикетирования углеродсодержащих материалов посвящена работа Епифанцева К.В.

В Уфимском государственном нефтяном техническом университете исследования по брикетированию бурых углей с использованием связующей коксо-асфальтовой композиции проводились Зориным А.В.; Лобычем А. М. проведена работа по брикетированию коксовой мелочи со связующими с целью получения металлургического кокса. Из ближнего зарубежья следует выделить работы Джаманбаева А.С., Жалгасулы Н..

Нифонтов Ю. А., Коршунов Г.И. и Лукьянец Б.Н. разработали концепцию брикетирования тонких классов углей Шурабского месторождения бурых углей

в республике Таджикистан. Авторами выполнен подбор рациональных технико-технологических решений при разработке технологии брикетирования углей марки 2 БСШ (2007 год, АООТ «АНГИШТ», г. Исфара, Республика Таджикистан). Совместно со специалистами АООТ «АНГИШТ» проведены промышленные испытания брикетного пресса производительностью 2000 кг/час брикетов.

Вместе с тем, многие вопросы по использованию некондиционных угольных отходов, такие как разработка технологических регламентов брикетирования угольной мелочи применительно к конкретным разрабатываемым месторождениям, в частности, Ушумунскому буроугольному месторождению, остались недостаточно изученными. Не в полной мере рассматривались проблемы комплексной переработки и эксплуатации буроугольных месторождений. Недостаточно исследован вопрос изготовления брикетированного топлива, полученного с привлечением углеродсодержащих отходов гидролизной промышленности (технического гидролизного лигнина) и влияния механической активации на прочность получаемого брикета.

Современная теория брикетирования характеризуется наличием большого количества гипотез, объясняющих механизм образования брикетов. Теоретические представления о механизме образования брикета дано русскими учеными И. Д. Ремесниковым, Л. А. Лурье, И. Е. Святцем, Б. М. Равичем, А. Т. Елишевичем, В. Л. Окладниковым, Н.С.Егоровым, Ю.В. Нифонтовым.

Битумная гипотеза объясняет образование брикета склеивающим действием битумов, содержащихся в угле. При повышении температуры выделяющиеся битумы обволакивают тонкой равномерной пленкой поверхность угольных частиц, и, согласно битумной гипотезе, склеивают частицы угля, выполняя при этом роль связующего вещества. Битумная гипотеза наиболее старая, и ее несостоятельность была доказана экспериментально.

Гуминовокислотная гипотеза объясняет сцепление частиц при брикетировании наличием в угле свободных гуминовых кислот,

представляющих собой коллоиды и имеющих сильно выраженный полярный характер. Брикетированность бурых углей находится в прямой зависимости от содержания в них гуминовых кислот. Согласно этой гипотезе, молекулы гуминовых кислот, благодаря сильным диполям, способствуют проявлению молекулярных сил сцепления между частицами при их тесном соприкосновении друг с другом во время образования брикета. Многочисленные опыты по брикетированию веществ, не имеющих в своем составе гуминовых кислот, показали, что они не являются основными связующими при брикетировании содержащих гумины веществ.

Капиллярная гипотеза рассматривает бурый уголь как затвердевшее коллоидное вещество (гель), пронизанное многочисленными капиллярами, заполненными водой. При прессовании угля капилляры разрушаются и вода попадает на его поверхность, способствуя более тесному соприкосновению частиц и проявлению молекулярных сил взаимодействия. Максимальная прочность брикетов отмечается при мономолекулярной пленке воды. Однако эта гипотеза не объясняет получение брикетов из высушенного угля с сохранением значительной прочности брикета.

Коллоидная гипотеза, которая объединяет и дополняет капиллярную и гуминовокислотную гипотезы, объясняет образование брикета действием молекулярных сил сцепления или когезионных сил Ван-дер-Ваальса. По коллоидной гипотезе бурый уголь рассматривается как вещество, состоящее из двух фаз: твердой и жидкой. Твердая фаза состоит из мельчайших коллоидных гуминовых частиц размером от 10^{-3} до 10^{-5} мм. При сближении частиц под действием давления прессования, возникают силы молекулярной когезии, имеющие электрическую природу и обусловленные лиополярными группами гумусовых веществ. Благодаря им, возникает связь молекул в жидкости и кристаллах и коллоидные частицы превращаются в гели. Представления о коллоидном строении углей устарели. В настоящее время угли рассматриваются как высокомолекулярные полимеры нерегулярного строения и аморфной структуры.

Гипотеза молекулярного прилипания разработана В. М. Наумовичем. Причиной соединения частиц считается явление молекулярного прилипания при их тесном соприкосновении под влиянием давления прессования. Силы молекулярного прилипания зависят от природы частиц и размера соприкасающихся поверхностей. На действие этих сил не влияет находящаяся на поверхности частиц адсорбционная влага [3].

Гидратационно-молекулярная гипотеза (Святец И. Е.) объясняет механизм структурообразования брикетов без связующих веществ. По этой гипотезе основными параметрами, определяющими брикетируемость, являются остаточная влага после сушки и крупность угля. То есть, оптимальное содержание сорбционной и капиллярной влаги в наружных и внутренних слоях узких классов крупности сухого угля и количество выдавливаемой влаги при прессовании являются основными параметрами гидратационно-молекулярной гипотезы. И. Е. Святец и А. А. Агроскин установили, что при брикетировании сушенки оптимальной влажности (18 – 19 %) во внутренних слоях частиц кроме адсорбционно-связанной влаги содержится также капиллярно- связанная влага. Необходимое внешнее давление для выжимания влаги из капилляров равно оптимальному давлению прессования, соответствующему максимальной прочности брикетов.

А. Т. Елишевичем процесс образования брикетов со связующим объясняется одной из самых современных и теоретически обоснованных гипотез брикетирования каменных углей со связующим. Формирование структуры брикетов рассматривается как склеивание связующими разобщенных твердых материалов и осуществляется в виде ряда отдельных стадий-этапов, характерных для любого процесса склеивания. Брикет из любых полезных ископаемых со связующим рассматривается как дисперсная система, где дисперсная среда - связующее, а дисперсная фаза - полезное ископаемое [4].

Нифонтовым Ю. А. предложена новая гипотеза брикетирования, которая дает принципиально отличное от принятых ранее гипотез представление о механизме структурообразования при брикетировании каменноугольной

мелочи с тонкодисперсным активным связующим. Активное тонкодисперсное связующее при этом выступает в роли дисперсионной среды, но влияние связующего как адгезива невелико. При уплотнении ближайших к прессующим элементам слоев шихты из зоны повышающегося давления (уплотнения) начинается перемещение сложных флюидных систем с избирательным растворением минеральных включений и вовлечением мелких фракций вещества в зону пониженного давления - центральную часть брикета. Структурообразование прекращается на стадии послеформовочной обработки. Флюид с вовлеченными в перемещение частицами (класса $< 0,02$ мм) начинают перемещаться из точки кавитации к поверхности брикета [5].

1.4 Механизм брикетирования твердых горючих ископаемых

Брикетирование углей представляет собой процесс механической переработки угольной мелочи в кусковое топливо — брикеты, имеющие определенные геометрическую форму, размеры и массу. По аппаратному оформлению различают линии брикетирования Европейского образца с возвратно — поступательным прессом и прессы, разработанные в Японии — шнековые, получившие гораздо более широкое распространение. Подбор оборудования определяется свойствами шихты и требуемым давлением прессования. Экструдерные прессы низкого давления экономичны, но применяются в основном для брикетирования биомассы; вальцевые прессы среднего давления приемлемы для каменных углей и отходов углеобогащения, но поясная кромка получаемых брикетов отличается низкой прочностью; штемпельные прессы высокого давления подходят для бурых углей и характеризуются относительно высоким уровнем энергопотребления. Существующие виды прессов различаются по давлению прессования (таблица 1), технические характеристики прессов: мощность, производительность, вес. Различают два способа брикетирования углей: без связующих веществ, при

повышенном давлении прессования (выше 80 МПа), и со связующим веществом, при малых давлениях прессования (15 - 25 МПа). По первому способу брикетируются молодые (мягкие) бурые угли и торф, по второму - мелочь каменных и старых (твердых) бурых углей, антрацитовый штыб, полукоксовая и коксовая мелочь [6]. Классификация прессов представлена в таблице 1.1.

Таблица 1.1 - Классификация прессов по давлению прессования и применение по видам брикетируемого сырья

Давление прессования	Диапазон давлений, Мпа	Наименование пресса	Применение
низкое	< 20	экструдерный	брикетирование каменных углей, древесных отходов, торфа
среднее	20 - 100	валецевый, столовый, ротационный, гусеничный	каменные угли, руды и концентраты, каменные, бурые угли, отходы производства
высокое	100 - 200	штемпельный	каменные и молодые бурые угли, торф
сверхвысокое	200 - 500	гидравлический	каменноугольная мелочь, бурые угли, древесных отходы и отходы производства

Наибольшее распространение получило производство брикетов из молодых (землистых) бурых углей. Такие угли, как правило, залегают мощными пластами близко к поверхности и добываются дешевым открытым способом с применением высокопроизводительных многоковшовых и роторных экскаваторов. При невысокой стоимости добычи таких углей переработка их в брикеты является экономически выгодным производством [7].

Свежедобытые молодые бурые угли имеют высокую влажность (50-58 %), но не образуют прочного куска, не устойчивы при хранении и, быстро теряя влагу, распадаются в мелочь и пыль. В связи с высоким содержанием

влаги, такие угли имеют небольшую теплоту сгорания (8,4 – 9,2 МДж/кг), перевозка их на дальние расстояния нерентабельна. В процессе брикетирования бурые угли подсушиваются до содержания влаги 18 - 19%, в результате чего теплота сгорания угля возрастает в 2 - 2,3 раза и перевозка такого топлива становится выгодной. На брикетирование большое влияние оказывает твердость угля. Молодые бурые угли с влажностью 50 - 58 % являются мягкими. Более старые угли с влажностью 40 - 45 % относятся к полутвердым и угли с влажностью 30 – 35 % - к твердым [8].

Брикеты из бурых углей как бытовое топливо имеют ряд преимуществ: однородную форму кусков, что делает их удобными при использовании, легкую загораемость (не требуется большого расхода растопки), хорошую реакционную способность, отсутствие копоти при горении, высокий коэффициент полезного действия бытовых топок (свыше 80 %) и пригодность для топочных устройств любой конструкции.

Технологическая схема брикетирования каменноугольной мелочи со связующими веществами значительно отличается от схемы брикетирования бурых углей и зависит от вида применяемой связующей добавки. Следует учесть, что добавка связующих веществ влияет и на молекулярно – адсорбционные взаимодействия, протекающие при образовании брикета.

В течение многих лет в производстве брикетов использовались различные связующие. Их можно классифицировать по нескольким категориям - в зависимости от температуры, при которой формуются брикеты, или от температуры первичной термообработки брикетов или же температуры окончательной обработки. Стоимость связующих веществ, обеспечивающих низкотемпературное протекание процесса брикетирования, намного выше, чем цена на связующие, предусматривающие высокотемпературную обработку, но при низкотемпературном брикетировании уменьшаются капитальные затраты и сложность установки. Высокотемпературные процессы проходят при температурах от 450 °С до 850 °С, в результате чего происходит спекание частиц в брикет. Низкотемпературные процессы происходят при температурах

до 250°C. Наиболее распространенными веществами, применяемыми в качестве связующего, являются:

1) патока - побочный продукт сахарной промышленности, при окислении и нагревании до 250°C образует углеродную решетку;

2) крахмал — широко используется как связующее для брикетов, однако брикет менее водостоек, чем брикет с патокой;

3) битум - один из отходных материалов очистки нефти, при относительно низкой температуре переходит в термопластичен;

4) лигносульфонат - побочный продукт бумажной промышленности. Лигносульфонат добавляется в брикетируемую массу перед прессованием, после чего производится термообработка при 280°C.

При холодной обработке в качестве связующих используют мочевины или фенолформальдегидные полимеры с отвердителями сложных эфиров. Отрицательная сторона этих связующих - едкие испарения при горении. Один из главных факторов при выборе технологии — наличие и стоимость альтернативных связующих [9].

Считается, что мягкие молодые бурые угли подвергаются брикетированию без применения связующих веществ с получением продукции удовлетворительного качества, этот способ широко распространен в Германии, однако не получил распространение на территории Российской Федерации.

Перспективным представляется способ брикетирования без связующего, разработанный Петровой Г.И. и Бычевым М.И. [10], заключающийся в электрохимической переработке бурых углей с применением растворов хлорида натрия и экстракцией гуминовых кислот из органической массы угля, играющих роль связующих. Получаемая смесь угля и гуматов хорошо брикетируется без применения дополнительных связующих. Г.И. Петровой и Л.Б. Моисеевой предложен способ использования опилок в качестве наполнителя угольного топливного брикета, содержащего лигносульфонаты, проявляющие свои связующие свойства при температуре смеси 90 °C и давлении прессования 50 МПа [11].

Одним из наиболее перспективных направлений в настоящее время считается брикетирование биомассы. Существуют комбинированные технологии, совмещающие переработку твердых горючих ископаемых и биомассы. Введение в брикет пористых возобновляемых углеродсодержащих отходов не только решает экологические проблемы и удешевляет стоимость товарного продукта, но и способствует улучшению кинетики сгорания.

В США существует организация «Legacy Foundation», проводящая тренинги, осуществляющая технологическое и медиа обеспечение производства брикетов из биомассы, охрану окружающей среды и получение доходов от брикетного производства по всему миру [12].

Брикетированием углей занимаются все развитые угледобывающие страны мира. В 1969 году в Японии существовало 638 заводов, производящих пеллеты из опилок. В Индии также существует много локальных производителей брикетов, в стране действует агентство (IREDA), оказывающее финансовую поддержку сектору брикетирования. В США развита технология брикетирования “Pest-o-log”, в Швейцарии - “Glomera” и “Compress” в Западной Германии (брикетирование бурых углей без связующего). В целом в Германии 75% бытового твердого топлива приходится на буроугольные брикеты, для специальных топок применяются антрацитовые брикеты и в меньшей мере, непосредственно каменный уголь. Несмотря на многочисленные исследования, технологии брикетирования с применением связующих компонентов не получили практического применения. Индонезия и Шри - Ланка предпринимают активные меры по увеличению количества брикетных производств. Во Вьетнаме и Тайланде брикеты используются в основном в домашних целях [13].

Во Франции разработаны и получили распространение способы получения малодымного каменноугольного брикетного топлива для бытовых целей (3,3 млн. т./год). В США используют топливные брикеты для коммунального и бытового секторов (штат Миннесота, 9 млн. т. брикетов в год). В Польше каменноугольную мелочь брикетируют со связующим (1,5 млн.

т в год). Углебрикетное производство развито также в Англии, Бельгии, Чехии, Венгрии, Румынии, Турции, Китае и других странах. Для увеличения объема производства угольных брикетов в бюджете РФ предусмотрены значительные капитальные вложения. В СССР брикетирование получило довольно широкое применение в начале 80-х годов:

- без связующих на штемпельных прессах молодых бурых углей марки Б1 Южно-Уральского и Верхнеднепровского бассейнов;
- брикетирование с нефтебитумным связующим на вальцевых прессах каменноугольной мелочи и антрацитовых штыбов.

Брикеты отгружались потребителям без термической и термоокислительной обработки. К 1990 году находились в эксплуатации:

- две каменноугольные брикетные фабрики, на которых брикетировались мелочь каменных углей и антрацитовых штыбов по технологии прессования с нефтебитумным связующим на вальцевых прессах (Донецкая брикетная фабрика производительностью 630 тыс. т брикетов в год, Шаргунская брикетная фабрика производительностью 130 тыс. т брикетов в год).
- пять буроугольных брикетных фабрик на базе мягких бурых углей марки Б1, работающих по технологии брикетирования без связующего на штемпельных прессах (самые крупные из них Кумертаусская, работавшая до 2000 года - производительностью 3,9 млн. т в год, брикетная фабрика ПО «Александрия уголь» суммарной мощностью 4,4 млн. т в год). Технология производства на буроугольных брикетных фабриках принципиального отличия от зарубежных аналогов не имела.

В настоящее время каменноугольные брикеты изготавливаются из каменного угля Кузнецкого угольного бассейна (марки СС, Т) с применением экологически чистого связующего предприятием «Альфа Уголь Регион», г. Новокузнецк, производственной компанией «Брикет - пресс», Республика Адыгея, г. Майкоп и др. Также можно выделить: ООО «Обогащительный комплекс «Брикет уголь»», республика Саха (Якутия); ООО «Воркутинское

брикетное производство»; ООО «Брикет» (г. Новокузнецк); ООО Научно-производственное предприятие «Промтехуголь» (Московская обл.); УБФ «Русовен»; ООО «Русский топливный брикет» (Тульская обл.); ООО «Сибирский брикет» (Красноярский край). В Дальневосточном регионе, потребляющим в процентном отношении наибольшее количество угля, углебрикетное производство не развито.

Следует отметить, что производство брикетов (пеллет) из биотоплива более распространено, особенно на Украине, чем брикетирование угольного сырья, что, вероятно связано с большей доступностью биотоплива и меньшими капитальными и эксплуатационными затратами. Одним из применяемых биоотходов является гидролизный лигнин, из которого изготавливают топливные пеллеты марки ТБР-1.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Плаkitкина Л.С. «Развитие производства коксующихся углей в мире и в России: прошлое, настоящее и будущее», журнал «Горная Промышленность», №2 (102)/2012 г., с. 8–15.
2. Рассказова, А. В. Углеродсодержащие отходы как источник инновационных товарных продуктов. / А.В. Рассказова, К.В. Прохоров // Проблемы комплексного освоения георесурсов: материалы IV Всероссийской научной конференции с участием иностранных ученых (Хабаровск, 27-29 сентября 2011 г.). В 2 т. – Хабаровск: ИГД ДВО РАН. – 2011. – Т.1. – С. 389 – 395.
3. Крохин, В. Н. Брикетирование углей. / В.Н. Крохин. –М.: Недра, 2011. – 216 с.
4. Брикетирование углей и углеродистых материалов// М.: Недра, ИОТТ, 2012, с.153.
5. Нифонтов, Ю. А. Научные основы создания ресурсосберегающих технологий использования отходов добычи и переработки углей Печорского бассейна. / Нифонтов Юрий Аркадьевич. - Санкт-Петербург, 2013. – 308 С.
6. Шувалов, Ю.В. Обоснование рациональных технологий получения топливно – энергетического сырья на основе твердых горючих углеродсодержащих отходов. / Ю.В. Шувалов, Ю.Д. Тарасов, А.Н. Никулин // Горный информационно – аналитический бюллетень. - № 8. – 2011. – С. 243 - 247.
7. Борзяк, В. Е. Способ изготовления топливных брикетов и устройство для его осуществления. / В. Е. Борзяк, В.Т. Компанеец, Н.В. Титов, В.П. Шаповалов // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал) Mining informational and analytical bulletin (scientific and technical journal). - 2011. - № 8. - С. 129.

8. Малолетнев, А.С Новые процессы получения окускованного топлива. / А.С. Малолетнев, К.И. Наумов, Г.Б. Скрипченко, И.М. Шведов // Химия твердого топлива. – 2011. – № 3. – С. 45-51.
9. Николаев, М. А. Возможности получения эффективного брикетированного топлива на базе отходов сельского хозяйства и угольной промышленности. / М.А. Николаев // Academia. Архитектура и строительство. – 2009. – № 5. – С. 395-397.
10. Петрова, Г.И. Перспективы развития Кангаласского угольного района за счет создания углеперерабатывающих предприятий. / Г.И. Петрова, С.Н. Григорьев, М.И. Бычев, Л.Б. Моисеев, С.В. Боловнев, В.А. Михеев, А.М. Леонов // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал) Mining informational and analytical bulletin (scientific and technical journal), 2012. – № 11. – С. 302-304.
11. Будаев, С.С. Разработка техники и технологии брикетирования Канско-Ачинских бурых углей и освоение производства топливных брикетов. / С.С. Будаев, Б.И. Линев, С.В. Чигрин // Уголь. — 2011. —№10. — С. 51 - 56.
12. Stanley, R. Fuel Briquette making. Legacy Foundation [Электронный ресурс] / R. Stanley. - Режим доступа: <http://www.legacyfound.org/store/product.php?productid=13>
13. Grover, P.D. Biomass briquetting: technology and practices [Электронный ресурс] / P.D. Grover, S.K. Mishra // Regional wood energy development programme in Asia. – Режим доступа: <http://www.fao.org/docrep/006/AD579E/ad579e00.pdf>
14. «Черное золото» Листвяжного [Электронный ресурс] - Режим досупа: <http://angarochka.ru/index.php/2010-06-04-03-51-12/1832-l-r->
15. Основные показатели работы АО «Разрез Кокуйский» за период 2014-2015 гг.
16. Форма №11 «Сведения о наличии и движении ОФ» за 2014-2015 гг.
17. Форма №5-з «Сведения о затратах на производство и реализацию продукции» за 2014-2015 гг.

18. Технология брикетирования ООО «Консит-А» [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.consit.ru/organobentonit>
19. Промышленные здания, группа компаний Euroangar [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://euroangar.ru/products-and-services/industrial-buildings>
20. Временная методика определения предотвращенного ущерба, Государственный комитет Российской Федерации по охране окружающей среды. / В. И. Данилов-Данильян, Москва. – 1999г.
21. Расчет выбросов загрязняющих веществ при сжигании топлива в котлоагрегатах котельных. / Сост. Л.И. Бондалетова, В.Т. Новиков, Н.А. Алексеев. - Томск: Изд. ТПУ, 2011. - 39 с.
22. Лущикова А. П. Планирование на предприятии: Учебное пособие, КГТУ, Прокопьевск, 2014. – 102 с.
23. Пововаров К.В. Планирование на предприятии: Уч. пособие.- Ростов - на - Дону.: Феникс, 2012. – 256 с.
24. Мини-заводы, производство топливных брикетов из угольной пыли [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://asia-business.ru/torg/mini-factory/coal/browncoal/browncoal_1140.html
25. Оборудование для производства брикетов, компания Содружество [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.lugakamen.ru/glavnaya.html>
26. Инновационные вальцевые прессы, компания Экоэнергия [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://ecology-energy.ru>
27. Richard K. Komarek. Selecting a roll-press briquetter to improve material handling [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.komarek.com/index.html>